

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-81501

(43)公開日 平成10年(1998)3月31日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所	
C 0 1 B	3/00		C 0 1 B	3/00	A
	3/56			3/56	A
F 1 7 C	11/00		F 1 7 C	11/00	C

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平8-255580

(22)出願日 平成8年(1996)9月5日

(71)出願人 000004215

株式会社日本製鋼所

東京都千代田区有楽町一丁目1番2号

(72)発明者 佐藤 幸雄

北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内

(72)発明者 脇坂 裕一

北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内

(72)発明者 竹田 晴信

北海道室蘭市茶津町4番地 株式会社日本製鋼所内

(74)代理人 弁理士 前田 宏之

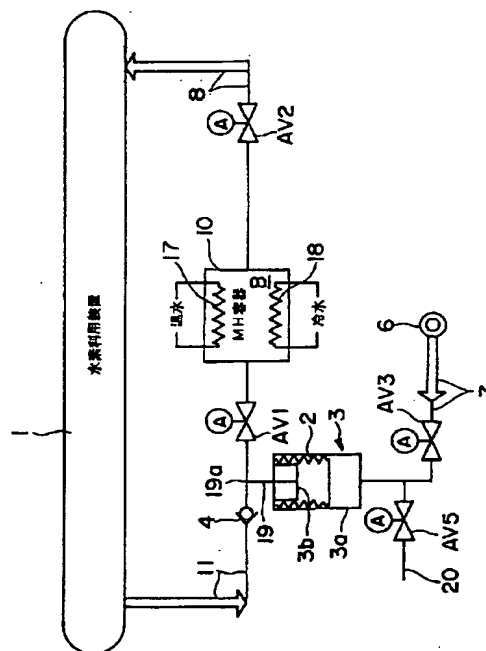
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 水素吸蔵放出方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 水素回収容器内の水素吸蔵合金による水素吸蔵及び水素放出が、水素利用装置の圧力に支配された状態でなされるため、水素の吸蔵放出量はその圧力における飽和量が限度になる。その結果、吸蔵放出量の劣るものとなっていた。

【解決手段】 水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させる工程で、水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させると共に、容積可変型のタンク2にも水素ガスを貯め、その後、タンク2に貯めた水素ガスを加圧放出させて、この水素ガスを水素回収容器10内に吸蔵させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素源(1, 31)からの水素ガスを水素回収容器(10)内の水素吸蔵合金(B)に吸蔵させ、その後、水素回収容器(10)内の水素吸蔵合金(B)に吸蔵させた水素を放出させ、この水素ガスを外部装置(1, 1')に回収させる水素吸蔵放出方法において、水素源(1, 31)からの水素ガスを水素回収容器(10)に吸蔵させる工程で、水素ガスを水素回収容器(10)に吸蔵させると共に、容積可変型のタンク(2)にも貯め、その後、タンク(2)に貯めた水素ガスを加圧して水素回収容器(10)に向けて放出させ、この水素ガスを水素回収容器(10)内に吸蔵させることを特徴とする水素吸蔵放出方法。

【請求項2】 水素源(1, 31)からの水素ガスを水素回収容器(10)内の水素吸蔵合金(B)に吸蔵させ、その後、水素回収容器(10)内の水素吸蔵合金(B)に吸蔵させた水素を放出させ、この水素ガスを外部装置(1, 1')に回収させる水素吸蔵放出方法において、水素回収容器(10)内から放出される水素ガスを外部装置(1, 1')に回収させる工程で、水素ガスを外部装置(1, 1')に回収させると共に、容積可変型のタンク(22)にも貯め、その後、タンク(22)に貯めた水素ガスを加圧して外部装置(1, 1')に向けて放出させて、この水素ガスを外部装置(1, 1')に回収させることを特徴とする水素吸蔵放出方法。

【請求項3】 水素源(1, 31)に吸収用配管(11)を介して接続され、水素を水素化合物として吸蔵する水素吸蔵合金(B)を収容する水素回収容器(10)と、水素回収容器(10)にガスライン(8)を介して接続され、水素を回収する外部装置(1, 1')と、吸収用配管(11)に設けられる第1開閉弁(AV1)と、ガスライン(8)に設けられる第2開閉弁(AV2)と、第1開閉弁(AV1)と水素源(1, 31)との間の吸収用配管(11)及び水素回収容器(10)と第2開閉弁(AV2)との間のガスライン(8)の内の少なくとも一方に、接続部(19a, 29a)によって接続され、水素源(1, 31)から外部装置(1, 1')に向けて流れる水素ガスを一時的に貯めておく容積可変型のタンク(2, 22)と、タンク(2, 22)を加圧して容積を縮小させる加圧手段(3)と、タンク(2, 22)の接続部(19a, 29a)よりも上流側に隣接させて設けられ、タンク(2, 22)から上流に向かう流れを阻止する弁部材(4, 24)とを有することを特徴とする水素吸蔵放出装置。

【請求項4】 水素源(1, 31)に吸収用配管(11)を介して接続され、水素を水素化合物として吸蔵する水素吸蔵合金(B)を収容する水素回収容器(10)と、水素回収容器(10)に吸収用配管(11, 11')を介して接続され、水素を回収する外部装置(1, 1')と、吸収用配管(11)に設けられる第1

開閉弁(AV1)及び第4開閉弁(AV4, AV4')と、第1開閉弁(AV1)と第4開閉弁(AV4, AV4')との間の吸収用配管(11)に接続部(19a)によって接続され、水素源(1, 31)から流出する水素ガスを第4開閉弁(AV4, AV4')を通して一時的に貯めておく容積可変型のタンク(2)と、タンク(2)を加圧して容積を縮小させる加圧手段(3)とを有することを特徴とする水素吸蔵放出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素の移送、貯蔵、精製、分離、エネルギー変換等を目的とした水素吸蔵合金利用システムにおける水素吸蔵放出方法及びその装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術及びその課題】従来の水素吸蔵放出方法及びその装置であつて水素吸蔵合金を使用するものとして、例えば特開平3-271101号公報に記載されるものが知られている。この公報に記載される水素吸蔵放出装置は、水素利用装置と、水素吸蔵合金を内蔵して加熱装置及び冷却装置を付属する水素回収容器とを圧力調節バルブを有する吸収用配管にて接続すると共に、バルブを有するガスラインを該水素回収容器に接続することを特徴とする。

【0003】この水素吸蔵放出装置によれば、水素利用装置内の不純ガスを含む水素は、圧力調節バルブの設定圧を調節し、ガスラインのバルブを閉じた状態で、冷却した水素回収容器に導入して吸蔵させ、また、水素回収容器に吸蔵させた高純度の水素は、水素回収容器を加熱すると共に、ガスラインのバルブを開いてガスラインから水素利用装置に還流させる。

【0004】しかしながら、このような従来の水素吸蔵放出方法及びその装置にあつては、水素回収容器内の水素吸蔵合金による水素吸蔵が、圧力調節バルブを介して連通される水素利用装置内の圧力又は圧力調節バルブの設定圧力に支配された状態でなされ、また、水素回収容器内の水素吸蔵合金からの水素放出が、バルブを介して連通される水素利用装置内の圧力に支配された状態でなされる。その結果、水素の吸蔵放出量がその圧力における飽和量が限度になり、水素回収容器による水素の吸蔵放出量を上記飽和量を越えて増やすことができず、吸蔵放出量に劣るという技術的課題があつた。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、このような従来の技術的課題に鑑みてなされたものであり、その構成は次の通りである。請求項1の発明の構成は、水素源1, 31からの水素ガスを水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵させ、その後、水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵させた水素を放出させ、この水素ガスを外部装置1, 1'に回収させる水素吸蔵放出方法に

において、水素源1, 31からの水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させる工程で、水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させると共に、容積可変型のタンク2にも貯め、その後、タンク2に貯めた水素ガスを加圧して水素回収容器10に向けて放出させ、この水素ガスを水素回収容器10内に吸蔵させることを特徴とする水素吸蔵放出方法である。

【0006】請求項2の構成は、水素源1, 31からの水素ガスを水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵させ、その後、水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵させた水素を放出させ、この水素ガスを外部装置1, 1'に回収させる水素吸蔵放出方法において、水素回収容器10内から放出される水素ガスを外部装置1, 1'に回収させる工程で、水素ガスを外部装置1, 1'に回収させると共に、容積可変型のタンク22にも貯め、その後、タンク22に貯めた水素ガスを加圧して外部装置1, 1'に向けて放出させて、この水素ガスを外部装置1, 1'に回収させることを特徴とする水素吸蔵放出方法である。

【0007】請求項3の構成は、水素源1, 31に吸収用配管11を介して接続され、水素を水素化物として吸蔵する水素吸蔵合金Bを収容する水素回収容器10と、水素回収容器10にガスライン8を介して接続され、水素を回収する外部装置1, 1'と、吸収用配管11に設けられる第1開閉弁AV1と、ガスライン8に設けられる第2開閉弁AV2と、第1開閉弁AV1と水素源1, 31との間の吸収用配管11及び水素回収容器10と第2開閉弁AV2との間のガスライン8の内の少なくとも一方に、接続部19a, 29aによつて接続され、水素源1, 31から外部装置1, 1'に向けて流れる水素ガスを一時的に貯めておく容積可変型のタンク2, 22と、タンク2, 22を加圧して容積を縮小させる加圧手段3と、タンク2, 22の接続部19a, 29aよりも上流側に隣接させて設けられ、タンク2, 22から上流に向かう流れを阻止する弁部材4, 24, AV6とを有することを特徴とする水素吸蔵放出装置である。

【0008】請求項4の構成は、水素源1, 31に吸収用配管11を介して接続され、水素を水素化物として吸蔵する水素吸蔵合金Bを収容する水素回収容器10と、水素回収容器10に吸収用配管11, 11'を介して接続され、水素を回収する外部装置1, 1'と、吸収用配管11に設けられる第1開閉弁AV1及び第4開閉弁AV4, AV4'と、第1開閉弁AV1と第4開閉弁AV4, AV4'との間の吸収用配管11に接続部19aによつて接続され、水素源1, 31から流出する水素ガスを第4開閉弁AV4, AV4'を通して一時的に貯めておく容積可変型のタンク2と、タンク2を加圧して容積を縮小させる加圧手段3とを有することを特徴とする水素吸蔵放出装置である。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1実施の形態について図1, 図2を参照して説明する。図1中において符号1は水素源である水素利用装置であり、例えば使用後の不純ガスを含む水素ガスを排出する水素冷却式発電機である。10は水素回収容器(MH容器)であり、水素を水素化物として吸蔵する水素吸蔵合金B(金属水素化物)を収容し、水素吸蔵合金Bの全体を加熱する加熱装置17及び冷却する冷却装置18をそれぞれ付属する。

【0010】冷却装置18は、水素を吸収させるように水素吸蔵合金Bを冷却する機能を有し、例えば冷水を供給する冷水供給装置である。加熱装置17は、水素を放出させるように水素吸蔵合金Bを加熱する機能を有し、例えば温水を供給する温水供給装置、電熱器等である。水素吸蔵合金Bは、水素ガスと反応し、可逆的に水素ガスを吸蔵又は放出するが、この反応はプラトー領域における水素平衡圧力-温度特性(P-T特性)に基づいて行われ、水素平衡圧力における温度条件から、低温度に冷却すれば水素ガスを吸蔵し、高温度に加熱すれば水素ガスを放出する。しかして、水素回収容器10における通常の加熱装置17は、水素吸蔵合金Bを80~98℃程度に加熱して水素ガスの放出を図るものである。但し、スチームを供給し、110~170℃程度に加熱して水素ガスの放出を図ることもできる。

【0011】水素利用装置1の水素流出部に一端部が接続する吸収用配管11は、開閉機能を有する第1開閉弁AV1を備え、水素回収容器10に他端部が接続している。また、水素回収容器10に一端部が接続し、開閉機能を有する第2開閉弁AV2を備えるガスライン8の他端部が、水素利用装置1の水素流入部に接続している。なお、ガスライン8の他端部は、水素利用装置1を含む外部装置に接続すればよく、水素利用装置1に補給するための水素を貯留する水素補給装置に接続することもできる。

【0012】この吸収用配管11には、水素利用装置1から水素回収容器10に向けて流れる水素ガスを一時的に貯めておく容積可変型のタンク2を接続させる。具体的には、タンク2は、吸収用配管11の水素利用装置1と第1開閉弁AV1との間に、タンク配管19を介して接続されている。このタンク2は、ベローズ、ダイヤフラムを含むゴム等の変形可能な部材やピストンを備えるシリンダ装置により、容積可変に形成されている。また、タンク2には、タンク2を加圧する加圧手段3を付属させてある。この加圧手段3は、タンク2を収容する剛体からなる容器3aを有し、タンク2の一端開口部が容器3aの一端部内面に固着されている。容器3aは、両端が閉塞された筒状をなし、一端中央部がタンク2内に突出する凹形の突出部3bを形成し、突出部3bの周囲でタンク2が伸縮可能となつている。タンク配管19は、突出部3bの中央部に接続されている。これによ

り、タンク2は、容器3aの他端部内面に密着するように伸長しないしは膨張する最大容積から、収縮して突出部3bに密着する最小容積まで、容積が可変である。

【0013】更に、タンク2の吸収用配管11への接続部、つまりタンク配管19と吸収用配管11との接続部19aよりも上流側となる吸収用配管11には、接続部19aに隣接させて、タンク2から上流に向かう流れを阻止する逆止弁4を設けてある。逆止弁4は、開閉弁によつて置き換えることが可能であり、水素利用装置1からタンク2及び水素回収容器10に向かう流れを適時に許容し、タンク2から水素利用装置1に向かう逆流を適時に阻止できる弁部材によつて構成すれば良い。勿論、タンク2内には、水素吸蔵合金は収容されていない。

【0014】そして、容器3aの他端部には、開閉機能を有する第3開閉弁AV3を備える加圧用配管7を介して空気源6を接続させてある。空気源6からの圧力空気の圧力は、水素利用装置1内の最高圧力を超えるものに設定されている。また、第3開閉弁AV3と容器3aとの間の加圧用配管7には、開閉機能を有する第5開閉弁AV5を備える放出用配管20を接続させ、第5開閉弁AV5を開くことにより、容器3a内の空気を外部（大気）に放出できるようになっている。なお、第3開閉弁AV3を3方切換え弁に置き換え、第5開閉弁AV5を省略することも可能である。この3方切換え弁には、空気源6からの圧力空気を加圧用配管7を介してタンク2内に供給できる第1切換え位置、タンク2を密閉する第2切換え位置、及びタンク2内の空気を外部に排出する第3切換え位置を与える。この容器3a、第3開閉弁AV3、第5開閉弁AV5、空気源6等により、空気圧によつて作動する加圧手段3を構成している。

【0015】次に、上記水素吸蔵放出装置の作用について説明する。先ず、水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させる工程を行なう。水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10に導き、水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに水素を吸蔵させる場合には、冷却装置18によつて水素吸蔵合金Bを冷却すると共に、第2開閉弁AV2を閉じた状態で、第1開閉弁AV1を開く。その際、タンク2は、加圧手段3によつて加圧され、収縮作動した状態から、第5開閉弁AV5を開いておく。

【0016】これにより、水素利用装置1からの水素ガスが、吸収用配管11を通り、逆止弁4及び第1開閉弁AV1を通過し、水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵される。同時に、水素利用装置1からの水素ガスが、逆止弁4を有する吸収用配管11及びタンク配管19を通過して、タンク2内にも流入する。その際、タンク2が伸長しないしは膨張し、容器3a内の空気は第5開閉弁AV5を有する放出用配管20から外部に放出される。タンク2は、容器3aの内面に密着するように伸長し、最大容積が規制される。

【0017】水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bは純水素を吸収し、水素利用装置1の圧力に依存する飽和状態に近づくにつれて水素回収容器10内のガス圧力が次第に高まる。そして、水素回収容器10内の圧力が水素利用装置1内の圧力と均衡することにより、水素ガスの流入が終了する。このとき、タンク2内にも同圧の水素ガスが流入している。なお、第1開閉弁AV1に圧力調節機能を付与した場合には、水素回収容器10内の圧力が第1開閉弁AV1の設定圧力と均衡し、タンク2内の圧力が水素利用装置1内の圧力と均衡する。このようにして水素回収容器10内に所定量の水素ガスが吸蔵されたなら、第1、第5開閉弁AV1、AV5を閉じる。

【0018】次いで、加圧手段3を作動させ、タンク2を加圧する。すなわち、第3開閉弁AV3を開き、空気源6からの圧力空気を容器3a内に供給する。これにより、タンク2が次第に収縮し、タンク2内の水素ガスがタンク配管19を通つて吸収用配管11に送り込まれる。吸収用配管11に送り込まれた水素ガスは、上流側への流れが逆止弁4によつて阻止されるので、開放されている第1開閉弁AV1を通つて水素回収容器10内に送り込まれる。水素回収容器10内に送り込まれた水素ガスは、空気源6に応じた高い圧力となつているので、水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵される。タンク2は、容器3aの突出部3bに密着する最小容積となるまで収縮する。タンク2内の水素ガスが十分に排出されたなら、冷却装置18及び空気源6を停止すると共に、第1、第3開閉弁AV1、AV3を閉じる。このようにして、水素利用装置1内の圧力に依存することなく、タンク2の容積及び空気源6の圧力に応じて、多量の水素吸蔵がなされる。

【0019】その後、水素回収容器10内から放出される水素ガスを水素利用装置1に回収させる工程を行なう。水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bから水素を放出させる際には、加熱装置17によつて水素吸蔵合金Bを加熱する。

【0020】次いで、第2開閉弁AV2を開き、水素吸蔵合金Bから放出される水素ガスをガスライン8を通じて水素利用装置1に還流させる。なお、水素利用装置1内の水素純度を維持・向上させる場合、つまり水素の分離、精製を行なう場合には、水素吸蔵合金Bから水素を放出させる初期に、水素吸蔵合金Bに吸蔵されずに水素回収容器10内に残っている不純ガスを多く含むガスを図外のバージガスラインから大気放出させる。

【0021】ここで、図2の例を参照してタンク2の作用による水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量の増加分について説明する。水素吸蔵合金Bは、 $\text{CaNiMmAl}$ である。水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bを80℃の温度に加熱して水素を放出させた後、水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_1$ は約73cc/gであつた。この状態から水素吸蔵合金Bを20℃の温度に冷却して水素を吸蔵さ

せたところ、水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_2$ は約155cc/gになった。この間の水素吸蔵量の差( $Q_2 - Q_1$ )が、従来の水素吸蔵放出装置における水素吸蔵量に一致している。また、水素吸蔵合金Bに水素を吸蔵させたときのタンク2内の圧力は、5kgf/cm<sup>2</sup>であった。

【0022】この状態から加圧手段3により、タンク2内の圧力が10kgf/cm<sup>2</sup>となるように加圧した。これにより、水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_3$ は約165cc/gに増加した。この加圧後の水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_3$ と加圧前の水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_2$ との差( $Q_3 - Q_2$ )が加圧手段3の作用によって増加した分の水素吸蔵量である。

【0023】なお、水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させる工程を行なうに際し、加圧手段3によってタンク2を収縮作動させたままとし、水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに十分に吸蔵させた後に第1開閉弁AV1を閉じると共に、第3開閉弁AV3を閉じて加圧手段3を停止させ、その後、第5開閉弁AV5を開いて加圧手段3内の空気圧力を抜いてタンク2内に水素利用装置1からの水素ガスを導入する操作も可能である。このようにして、タンク2内に十分な水素ガスが導入されたなら、その後、第5開閉弁AV5を閉じると共に第1開閉弁AV1を開き、かつ、加圧手段3によってタンク2を収縮作動させ、タンク2内の水素ガスを水素回収容器10内に送り込み、水素吸蔵合金Bに吸蔵させる。

【0024】この場合、水素利用装置1の飽和圧力に依存した状態で水素利用装置1内の水素ガスが水素回収容器10内に吸蔵された後、タンク2の容積の大きさに応じて、タンク2内の圧力と水素利用装置1内の圧力とが均衡するように、水素利用装置1からの水素ガスがタンク2内に貯められる。従って、特に水素流出に伴って水素利用装置1内の水素圧力の低下が著しい場合に、水素利用装置1の水素ガスを更に良好に水素回収容器10内に吸蔵させることが可能になる。

【0025】図6は、第1実施の形態の他の構造例に係る水素吸蔵放出装置を示す。この構造例にあつては、水素利用装置1に代えて、吸収用配管11の一端部に水素を貯留する水素源である貯蔵タンク31を接続させてある。しかして、上記第1実施の形態と同様の操作により、貯蔵タンク31から流出する水素ガスを分離、精製して水素利用装置1に導入することができる。

【0026】ところで、第1実施の形態にあつては、水素ガスを分離、精製させたが、水素利用装置1又は貯蔵タンク31のいずれかからの水素を水素回収容器10内に吸蔵させ、水素の貯蔵、エネルギー変換等を行なうことができるのみならず、吸収用配管11及びガスライン8を取り外し、水素を吸蔵した状態の水素回収容器10を移送することもできる。

【0027】図3は、本発明の第2実施の形態に係る水素吸蔵放出装置を示し、第1実施の形態と実質的に同一機能部分には同一符号を付してそれらの説明は省略する。第2実施の形態では、第1実施の形態における水素回収容器10よりも上流側のタンク2、逆止弁4及び加圧手段3を省略し、これらと同様の構造を有するタンク22、逆止弁24及び加圧手段3を水素回収容器10よりも下流側に配置してある。

【0028】すなわち、容積可変型のタンク22は、水素回収容器10から水素利用装置1に向けて流れる水素ガスを一時的に貯めておく機能を有し、ガスライン8の中間部(水素回収容器10と第2開閉弁AV2との間)にタンク配管29を介して接続されている。このタンク22に、タンク22を加圧する加圧手段3を付属させてある。しかし、タンク22は、容器3a内に密着するように伸長しないしは膨張する最大容積から、収縮して突出部3bに密着する最小容積まで、容積が可変である。

【0029】また、逆止弁24は、タンク22のガスライン8への接続部、つまりタンク配管29とガスライン8との接続部29aよりも上流側となるガスライン8に、接続部29aに隣接させて設けられ、タンク22から上流(水素回収容器10)に向かう流れを阻止する機能を有する。逆止弁24は、後記するように開閉弁によって置き換えることが可能であり、水素回収容器10からタンク22及び水素利用装置1に向かう流れを適時に許容し、タンク22から水素回収容器10に向かう流れを適時に阻止する弁部材によって構成すれば良い。

【0030】次に、上記第2実施の形態の作用について説明する。まず、水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させる工程を行なう。この工程は、水素利用装置1からの水素ガスをタンク2に代えてタンク22内に導入する以外は、第1実施の形態と同様に行なわれる。但し、加圧手段3を作動させてタンク22を収縮させ、タンク22への水素ガスの流入を防止しておく。勿論、逆止弁24を開閉弁によって構成し、この開閉弁を閉じて水素回収容器10からタンク22への水素ガスの流入を阻止すれば、加圧手段3を作動させておく必要はない。

【0031】水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに十分に水素が吸蔵されたなら、水素回収容器10内から放出される水素ガスを水素利用装置1に回収させる工程を行なう。水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bから水素を放出させる際には、加熱装置17によって水素吸蔵合金Bを加熱する。

【0032】次いで、第2開閉弁AV2を開き、水素吸蔵合金Bから放出される水素ガスをガスライン8を通じて水素利用装置1に還流させる。また、第3開閉弁AV3を閉じると共に、第5開閉弁AV5を開き、加圧手段3によってタンク2を収縮作動させた状態のタンク2の伸長作動を許容させる。

【0033】これにより、水素回収容器10からの水素ガスが、ガスライン8を流れ、逆止弁24及び第2開閉弁AV2を通過して水素利用装置1内に還流する。同時に、水素回収容器10からの水素ガスが、逆止弁24を有するガスライン8及びタンク配管29を通過して、タンク22内にも流入する。その際、タンク22が伸長し、容器3a内の空気は第5開閉弁AV5を有する放出用配管20から外部に放出される。タンク2は、容器3aの内面に密着するように伸長しないしは膨張し、最大容積が規制される。

【0034】水素吸蔵合金Bからの水素放出が進むにつれて水素回収容器10内のガス圧力が次第に低下し、水素回収容器10内の圧力が水素利用装置1内の圧力と均衡することにより、水素ガスの還流が一旦終了する。このとき、タンク22内にも同圧の水素ガスが流入している。このようにして水素回収容器10からの水素ガスの流出が停止ないしは減少したなら、加熱装置17を停止すると共に、第5開閉弁AV5を閉じる。

【0035】次いで、加圧手段3を作動させ、タンク22を加圧する。すなわち、第3開閉弁AV3を開き、空気源6からの圧力空気を容器3a内に供給する。これにより、タンク22が次第に収縮し、タンク22内の水素ガスがタンク配管29を通過してガスライン8に送り込まれる。ガスライン8に送り込まれた水素ガスは、上流側への流れが逆止弁24によつて阻止されるので、開放されている第2開閉弁AV2を通過して水素利用装置1内に送り込まれる。水素利用装置1内に送り込まれる水素ガスは、空気源6に応じた高い圧力となつているので、水素利用装置1内に良好に送り込まれる。タンク22は、容器3aの突出部3bに密着する最小容積となるまで収縮する。なお、水素ガスを水素利用装置1内に送り込むために空気源6からタンク22内に供給すべき空気の圧力は、水素ガスを水素回収容器10内に送り込むために空気源6から第1実施の形態のタンク2内に供給すべき空気の圧力よりも低圧でよい。

【0036】タンク22内の水素ガスが十分に排出されたなら、空気源6を停止すると共に、第2、第3開閉弁AV2、AV3を閉じる。このようにして、水素回収容器10内には水素利用装置1内の圧力に依存することなく、タンク22の容積に応じて、多量の水素を水素利用装置1に繰返して還流回収することができる。

【0037】ところで、水素回収容器10内の水素ガスを水素利用装置1に回収させる工程を行なうに際し、加圧手段3によつてタンク22を収縮作動させたままとし、水素回収容器10からの水素ガスを水素利用装置1に十分に回収させた後に第2開閉弁AV2を閉じると共に、第3開閉弁AV3を閉じて加圧手段3を停止させ、かつ、第5開閉弁AV5を開いて加圧手段3内の空気圧力を抜いてタンク22内に水素回収容器10からの水素ガスを導入する操作も可能である。タンク22内に十分

な水素ガスが導入された後、第5開閉弁AV5を閉じると共に第2開閉弁AV2を開き、かつ、加圧手段3によつてタンク22を収縮作動させ、タンク22内の水素ガスを水素利用装置1に送り込み、回収させる。

【0038】この場合、水素利用装置1の飽和圧力に依存した状態で水素回収容器10内の水素ガスが水素利用装置1に回収された後、水素利用装置1の飽和圧力に依存することなく、水素回収容器10内の水素ガスがタンク22内に貯められるので、水素回収容器10内の水素ガスが更に良好に水素利用装置1に回収される。

【0039】ここで、図4を参照してタンク22の作用による水素吸蔵合金Bからの水素放出量の増加分について説明する。水素吸蔵合金Bは、CaNiMmAlである。水素吸蔵合金Bを20℃の温度に冷却して水素を吸蔵させた後、水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_2$ は約155cc/gであつた。この状態から水素吸蔵合金Bを80℃の温度に加熱して水素を放出させ、水素利用装置1に回収したところ、水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_1$ は約73cc/gになつた。この間の水素吸蔵量の差( $Q_2 - Q_1$ )が、従来の水素吸蔵放出装置における水素吸蔵(放出)量に一致している。また、水素利用装置1の圧力に依存させて、水素吸蔵合金Bに水素を吸蔵させた後、及び放出させた後のタンク22内の圧力は、それぞれ5kgf/cm<sup>2</sup>であつた。

【0040】この状態から第5開閉弁AV5を開き、水素吸蔵合金Bから放出される水素ガスをタンク22内に導入した。このとき、タンク22内の圧力は、1kgf/cm<sup>2</sup>に低下し、また、水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_4$ は約13cc/gに減少した。従つて、この減圧後の水素吸蔵合金Bの水素吸蔵量 $Q_4$ と減圧前の水素吸蔵量 $Q_1$ との差( $Q_1 - Q_4$ )が、加圧手段3の作用によつて増加した分の水素吸蔵(放出)量である。

【0041】図5には、逆止弁24に代えて弁部材としての第6開閉弁AV6を設けた構造例を示す。すなわち、第6開閉弁AV6は、タンク22のガスライン8への接続部、つまりタンク配管29とガスライン8との接続部29aよりも上流側となるガスライン8に、接続部29aに隣接させて設けられ、閉じることにより、タンク22から上流(水素回収容器10)に向かう流れを阻止する機能を有する。

【0042】この構造例によれば、第1開閉弁AV1を開いた状態で、水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させる工程を、上記第1実施の形態とほぼ同様に行なうことができる。すなわち、冷却装置18によつて水素吸蔵合金Bを冷却すると共に、第2開閉弁AV2を閉じた状態で、第1開閉弁AV1を開く。その際、第6開閉弁AV6を開き、かつ、加圧手段3によつてタンク22を加圧して収縮作動させた状態から、第5開閉弁AV5を開いておく。

【0043】これにより、水素利用装置1からの水素ガ

すが、吸収用配管11を通り、第1開閉弁AV1を通過し、水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵される。同時に、水素利用装置1からの水素ガスが、第6開閉弁AV6を有するガスライン8及びタンク配管29を通過して、タンク22内にも流入する。その際、タンク22が伸長ないしは膨張し、容器3a内の空気は第5開閉弁AV5を有する放出用配管20から外部に放出される。

【0044】かくして、水素回収容器10内の圧力が水素利用装置1内の圧力と均衡することにより、水素ガスの流入が終了する。このとき、タンク22内にも同圧の水素ガスが流入している。このようにして水素回収容器10内に所定量の水素ガスが吸蔵されたなら、第1、第5開閉弁AV1、AV5を閉じる。

【0045】次いで、加圧手段3の第3開閉弁AV3を開作動させ、タンク22を加圧する。これにより、タンク22が次第に収縮し、タンク22内の水素ガスがタンク配管29を通ってガスライン8に送り込まれる。ガスライン8に送り込まれた水素ガスは、上流側への流れが開状態の第6開閉弁AV6によつて許容され、下流側への流れが閉状態の第2開閉弁AV2によつて阻止されるので、開放されている第6開閉弁AV6を通つて水素回収容器10内に送り込まれる。水素回収容器10内に送り込まれた水素ガスは、空気源6に応じた高い圧力となっているので、水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵される。タンク22内の水素ガスが十分に排出されたなら、冷却装置18を停止すると共に、第1、第3開閉弁AV1、AV3を閉じる。このようにして、水素利用装置1内の圧力に依存することなく、タンク22の容積及び空気源6の圧力に応じて、多量の水素吸蔵がなされる。

【0046】水素回収容器10内から放出される水素ガスを水素利用装置1に回収させる工程は、上記第2実施の形態とはほぼ同様に行なうことができる。但し、水素回収容器10内からの水素ガスをガスライン8に導く際には、第6開閉弁AV6を開く。また、タンク22を加圧し、タンク22内の水素ガスを水素利用装置1内に送り込む際には、第6開閉弁AV6を閉じる。

【0047】ところで、第1、第2実施の形態の構成を融合させ、水素回収容器10の上流側及び下流側の両方にタンク2、22を配置し、第1、第2実施の形態の両作用を得ることにより、水素回収容器10による1回の水素吸蔵放出工程によつて多量の水素を処理することもできる。また、タンク2、22を加圧する加圧手段3は、空気圧のみならず、油圧、その他の機械的構造によつて構成することが可能である。

【0048】図7は、本発明の第3実施の形態に係る水素吸蔵放出装置を示し、第1実施の形態と実質的に同一機能部分には同一符号を付してそれらの説明は省略する。第3実施の形態では、第1実施の形態におけるガス

ライン8及び第2開閉弁AV2を省略すると共に、第1実施の形態における逆止弁4に代えて、水素利用装置1寄りの吸収用配管11に開閉機能を有する第4開閉弁AV4を設けてある。

【0049】このような第3実施の形態によつても、先ず、水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10に吸蔵させる工程を行なう。この工程は、水素利用装置1からの水素ガスを水素回収容器10又はタンク2内に導入する際に第4開閉弁AV4を開き、タンク2内の水素ガスを水素回収容器10内に導入する際に第4開閉弁AV4を閉じる以外は、第1実施の形態と同様の操作によつて行なわれる。しかして、加圧手段3を作動させてタンク2内の水素ガスを十分に排出させて水素回収容器10内の水素吸蔵合金Bに吸蔵させることにより、水素利用装置1内の圧力に依存することなく、タンク2の容積及び空気源6の圧力に応じて、多量の水素吸蔵がなされる。

【0050】水素回収容器10内から放出される水素ガスを水素利用装置1に回収させる工程は、冷却装置18を停止した後に加熱装置17によつて水素吸蔵合金Bを加熱すると共に、第1開閉弁AV1及び第4開閉弁AV4を共に開き、水素回収容器10内からの水素ガスを水素利用装置1に回収させる。その際、加圧手段3によつて収縮作動させた状態のタンク2の伸長作動を許容させ、タンク2内にも水素ガスを充満させる。

【0051】水素吸蔵合金Bからの水素放出が進むにつれて水素回収容器10内のガス圧力が次第に低下し、水素回収容器10内の圧力が水素利用装置1内の圧力と均衡することにより、水素ガスの還流が一旦終了する。このとき、タンク2内にも同圧の水素ガスが流入している。このようにして水素回収容器10からの水素ガスの流出が停止ないしは減少したなら、加熱装置17を停止すると共に、第1開閉弁AV1及び第5開閉弁AV5を閉じる。

【0052】次いで、第4開閉弁AV4に加えて第3開閉弁AV3を開くと共に加圧手段3を作動させてタンク2を加圧し、タンク2内の水素ガスを吸収用配管11を通じて水素利用装置1内に送り込む。水素利用装置1内に送り込まれる水素ガスは、空気源6に応じた高い圧力となつているので、水素利用装置1内に良好に送り込まれる。

【0053】タンク2内の水素ガスが十分に排出されたなら、空気源6を停止すると共に、第3、第4開閉弁AV3、AV4を閉じる。このようにして、水素回収容器10ひいては水素利用装置1内の圧力に依存することなく、タンク2の容積に応じて、多量の水素を水素利用装置1に繰り返して還流回収することができる。

【0054】ところで、水素回収容器10内の水素ガスを水素利用装置1に回収させる工程を行なうに際し、加圧手段3によつてタンク2を収縮作動させたままとし、

水素回収容器10からの水素ガスを水素利用装置1に十分に回収させた後に第4開閉弁AV4を閉じると共に、第3開閉弁AV3を閉じて加圧手段3を停止させ、かつ、第5開閉弁AV5を開いて加圧手段3内の空気圧力を抜いてタンク2内に水素回収容器10からの水素ガスを導入する操作も可能である。タンク2内に十分な水素ガスが導入された後、第5開閉弁AV5を閉じると共に第4開閉弁AV4を開き、かつ、加圧手段3によつてタンク2を収縮作動させ、タンク2内の水素ガスを水素利用装置1に送り込み、回収させる。

【0055】この場合、水素利用装置1の飽和圧力に依存した状態で水素回収容器10内の水素ガスが水素利用装置1に回収された後、水素利用装置1の飽和圧力に依存することなく、水素回収容器10内の水素ガスがタンク2内に貯められるので、水素回収容器10内の水素ガスが更に良好に水素利用装置1に回収される。

【0056】更に、図7において、タンク配管19の接続部19aと第4開閉弁AV4との間の吸収用配管11に、破線で示すように第4開閉弁AV4'を備える吸収用配管11'の一端部を接続部11aによつて接続させ、吸収用配管11'の他端部に外部装置である他の水素利用装置1'を接続させることもできる。これによれば、水素回収容器10内から放出される水素ガスを水素利用装置1に回収させる工程に際し、第4開閉弁AV4を閉じたままで他の第4開閉弁AV4'を開くことにより、水素回収容器10及びタンク2内の水素ガスを他の水素利用装置1'に回収することができる。この場合、吸収用配管11の一端部に、水素利用装置1に代えて水素を貯留する水素源である貯蔵タンク31を接続させることも可能である。

【0057】

【発明の効果】以上の説明によつて理解されるように、本発明に係る水素吸蔵放方法及びその装置によれば、次の効果を奏することができる。すなわち、請求項1の発明によれば、水素回収容器内の水素吸蔵合金による水素吸蔵が、水素源の圧力に支配された状態でなされるのみならず、タンクに貯めた分が加えられてなされる。その結果、水素ガスをタンクに貯める分だけ、水素回収容

器による水素の吸蔵放出量を水素源内の圧力に基づく飽和量を越えて増やすことが可能となり、吸蔵放出量を向上させることができる。

【0058】請求項2の発明によれば、水素回収容器内の水素吸蔵合金からの水素放出が、外部装置内の圧力に支配された状態でなされるのみならず、タンクに貯めた分が加えられてなされる。その結果、水素ガスをタンクに貯める分だけ、水素回収容器による水素の吸蔵放出量を外部装置内の圧力に基づく飽和量を越えて増やすことが可能となり、吸蔵放出量を向上させることができる。請求項3、4の発明によれば、請求項1、2の発明の効果を融合して奏することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施の形態に係る水素吸蔵放出装置を示す概略図。

【図2】 同じく水素吸蔵合金の水素吸蔵量－水素圧力特性を示す線図。

【図3】 本発明の第2実施の形態に係る水素吸蔵放出装置を示す概略図。

【図4】 同じく水素吸蔵合金の水素吸蔵量－水素圧力特性を示す線図。

【図5】 同じく水素吸蔵放出装置の他の構造例を示す概略図。

【図6】 同じく第1実施の形態に係る水素吸蔵放出装置の他の構造例を示す概略図。

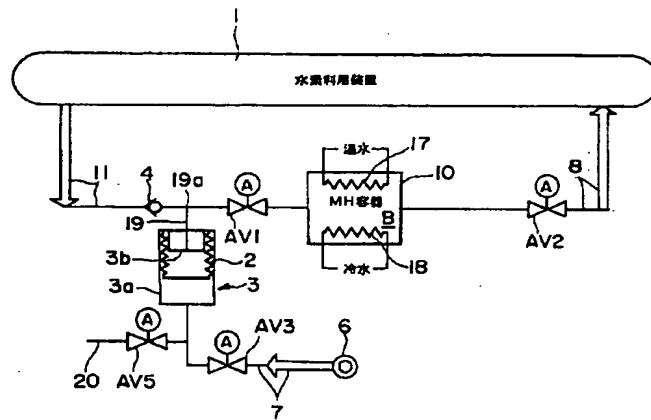
【図7】 本発明の第3実施の形態に係る水素吸蔵放出装置を示す概略図。

【符号の説明】

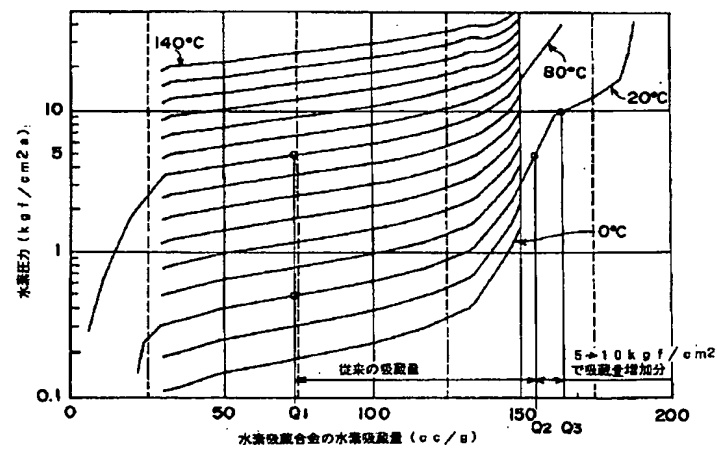
1, 1' : 水素利用装置（外部装置、水素源）、2, 2' : タンク、3 : 加圧手段、4, 24 : 逆止弁（弁部材）、8 : ガスライン、10 : 水素回収容器、11, 11' : 吸収用配管、17 : 加熱装置、18 : 冷却装置、19, 29 : タンク配管、19a, 29a : 接続部、31 : 貯蔵タンク（水素源）、AV1 : 第1開閉弁、AV2 : 第2開閉弁、AV3 : 第3開閉弁、AV4, AV4' : 第4開閉弁（弁部材）、AV5 : 第5開閉弁、AV6 : 第6開閉弁（弁部材）、B : 水素吸蔵合金。



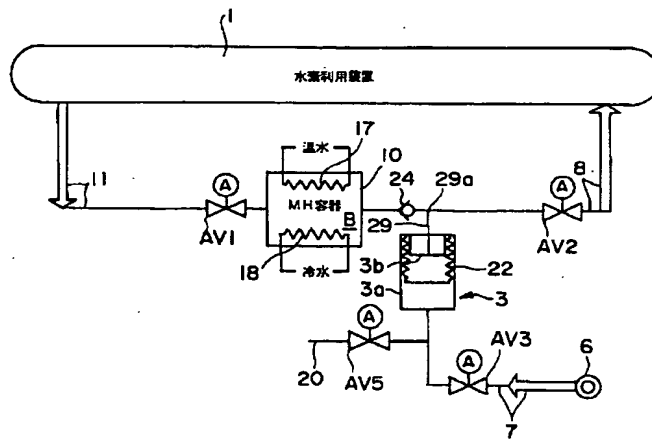
【図1】



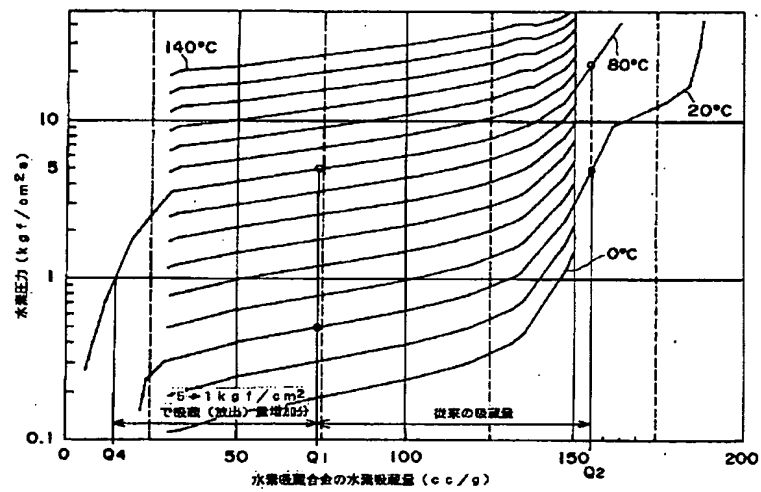
【図2】



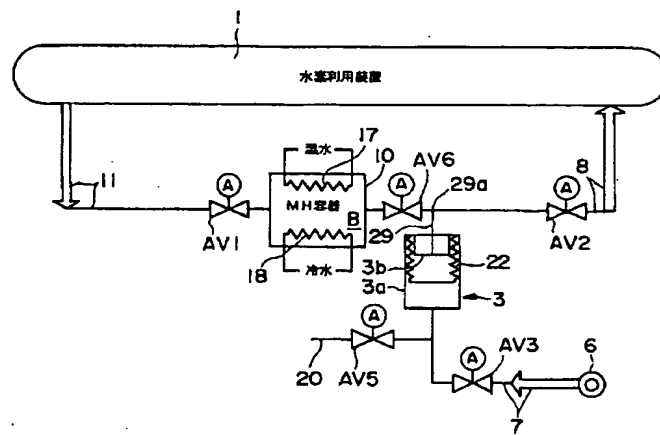
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

